

с размерами 20×50 м.

Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателей, которые изменяются	Ед. изм.	Варианты	
			по традицион- ной технологии	по разработанной технологии
1	Расход материалов: полимерцементного клея	кг	400	152
2	Продолжительность технологиче- ского перерыва в пределах за- хватки	ч.	72	16
3	Продолжительность выполнения работ на захватке	дн.	24,5	22
4	Стоимость клея	грн.	800	304

Выводы

1. Технологический перерыв может быть сокращен при температу-
ре +5 °С на 16 ч, +20 °С – на 56 ч, +30 °С – на 60 ч.

2. Экономический эффект от применения разработанной нами тех-
нологии составляет 496 грн. на 100 м² утепления фасада.

1. Карапузов С.К. Утепления фасадів / С.К. Карапузов, В.Г. Соха. – К.: Вища освіта, 2007. – 318 с.

2. Матросов Ю.А. Законодательство и стандартизация по энергоэффективности зда-
ний / Ю.А. Матросов // АВОК. – М., 2006. – № 8. – С.22-26.

3. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін
з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. – [Чинні з 01.06.2009]. – К.:
Мін-во регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 36 с. – (Національний
стандарт України).

4. Современные фасадные системы / А.И. Мене́йлюк, В.С. Дорофеев, Л.Э. Лукашен-
ко, В.Г. Соха и др.; под ред. А.И. Мене́йлюка. – К.: Освіта України, 2008. –339 с.

5. Ремонт и реконструкция гражданских зданий / В.В. Сави́йский, О.Н. Болотских. –
Харьков: Ватерпас, 1999. – 287 с.

Получено 05.06.2012

УДК 666.1.053 : 666.1.056

В.А.ДОРОНИНА, Р.Д.СЫТНИК, д-р техн. наук

Национальный технический университет «ХПИ», г.Харьков

Е.В.ДОРОНИН, А.С.ЛАПШИН, кандидаты техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗОВАНИЯ АЛЮМИНАТОВ, БОРАТОВ И АЛЮМОСИЛИКАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Освещаются результаты термодинамического анализа реакций взаимодействия ли-
тийсодержащего покрытия с поверхностным слоем алюмоборосиликатного стекла.

Висвітлюються результати термодинамічного аналізу реакцій взаємодії літійвміщу-

ючого покриття з поверхневим шаром алюмоборосилікатного скла.

This article describes the results of thermodynamic analysis of reactions of lithium-containing coating with a surface layer of aluminum-boric-silicate glass.

Ключевые слова: светопропускание, термодинамика, алюминаты, бораты, силикаты, щелочные металлы, покрытие.

Работа в помещении с высокой интенсивностью помещения влияет на психическое состояние людей. Для уменьшения вредного воздействия на организм человека прямого светового излучения используют светорассеивающие стеклянные плафоны для ламп, изготовленные из силикатных стекол различных составов. Особый интерес в современном материаловедении представляют стекла алюмо-, боро- силикатных систем ввиду особенностей, связанных с их своеобразной скелетно-координационной структурой, наличие которой отражается на ряде эксплуатационных свойств: оптических, химической стойкости и др.

Получение стекол с светорассеивающими свойствами осуществляется путем модифицирования их различными методами, в том числе нанесением покрытий (ПК) методом золь-гель технологии [1]. Этот метод прост в исполнении, не требует дорогостоящего оборудования, широко применяется для производства стекол с различными специальными свойствами, что способствует расширению ассортимента стеклоизделий [2].

Светорассеивающие свойства стекол определяются тремя параметрами: относительным показателем преломления рассеивающих неоднородностей, их размером и числом в единице объема. Зависимость прозрачности (мутности) стекол от режима его термообработки говорит о структурных преобразованиях, связанных с перераспределением окислов щелочных металлов между борным ангидридом, кремнеземом, оксидом алюминия в сторону образования боратов, силикатов, алюминатов. В боросиликатных стеклах щелочной окисел взаимодействует с борным ангидридом с образованием тетраэдрических боратных групп $\text{Me}^+[\text{BO}_{4/2}]$, а также и других боратных и силикатных групп $\text{Me}^+[\text{OSiO}_{3/2}]$ или $\text{Me}^+[\text{OBO}_{2/2}]$ [3]. В стеклах алюмосиликатной системы тетраэдры алюминия несут на себе один лишний отрицательный заряд (атом алюминия трехвалентен, а координационное число его по кислороду – четыре), который компенсируется зарядом иона щелочного металла. Естественно, ионы щелочных металлов будут располагаться не вблизи тетраэдров кремния, а вблизи тетраэдров алюминия. Поэтому, в таких стеклах преимущественно образуются алюминаты.

В стеклах систем $\text{R}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ алюминий и бор при избытке оксидов щелочных металлов находятся в четырехкоординирован-

ном состоянии, а при их недостаточной концентрации в четырехкоординированное состояние первым переходит алюминий, а затем бор, за счет остатка неиспользованного кислорода. Количество необходимого избыточного кислорода определяется соотношением и природой щелочных оксидов к оксидам бора и алюминия. Активнее действуют K_2O , Na_2O , а Li_2O оказывает более слабое влияние на переход бора и алюминия в четырехкоординированное состояние, потому что литий имеет малый ионный радиус и большую энергию связи с кислородом. В областях с повышенным содержанием оксидов бора и алюминия образуются бораты и алуминаты щелочных металлов. Таким образом, изменения координационных состояний алюминия, бора, субмикронеоднородной структуры, непостоянство свойств тетраэдров алюминия и бора влияют на физико-химические свойства этих стекол [3].

При исследовании механизма взаимодействия алюмоборосиликатных стекол с пленкообразующими растворами системы « $Li_2O - K_2O - SiO_2$ » было бы целесообразно оценить роль физико-химических процессов в изменении свойств в поверхностном слое стекла.

С целью оценки вероятности и порядка протекания реакций в пленкообразующих растворах было проведено определение энергии Гиббса. Учитывая, что реакции в описываемых составах носят сложный характер, условно эти процессы можно разбить на два этапа:

1. Гидролиз тетраэтоксисилана с образованием кремневой кислоты и этилового спирта.

2. Взаимодействие кремневой кислоты с калиевыми или литиевыми соединениями.

Таким образом, при определении изобарно-изотермического потенциала (ΔG) можно воспользоваться суммарным их значением, т.е.:

$$\Delta G_T = \Delta G_1 + \Delta G_2 . \quad (1)$$

Энергию Гиббса можно определить, используя методику, описанную в [4]. Исходные данные для расчетов (табл.1) были взяты из [5, 6], а недостающие коэффициенты уравнений высокотемпературной теплоемкости рассчитаны по методике, описанной в [7].

В результате проведенных расчетов были получены коэффициенты уравнений температурной зависимости энергии Гиббса и определены вероятностные температуры начала протекания реакций взаимодействия покрытия и подложки (табл.2) для следующих реакций:

1. $2LiCl \cdot H_2O + 4B_2O_3 \rightarrow Li_2B_8O_{13} + H_2O \uparrow + 2HCl \uparrow$
2. $2LiNO_3 \cdot 3H_2O + 4B_2O_3 \rightarrow Li_2B_8O_{13} + NO \uparrow + NO_2 \uparrow + 6H_2O \uparrow + O_2 \uparrow$
3. $2LiNO_3 + 4B_2O_3 \rightarrow Li_2B_8O_{13} + NO \uparrow + NO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$

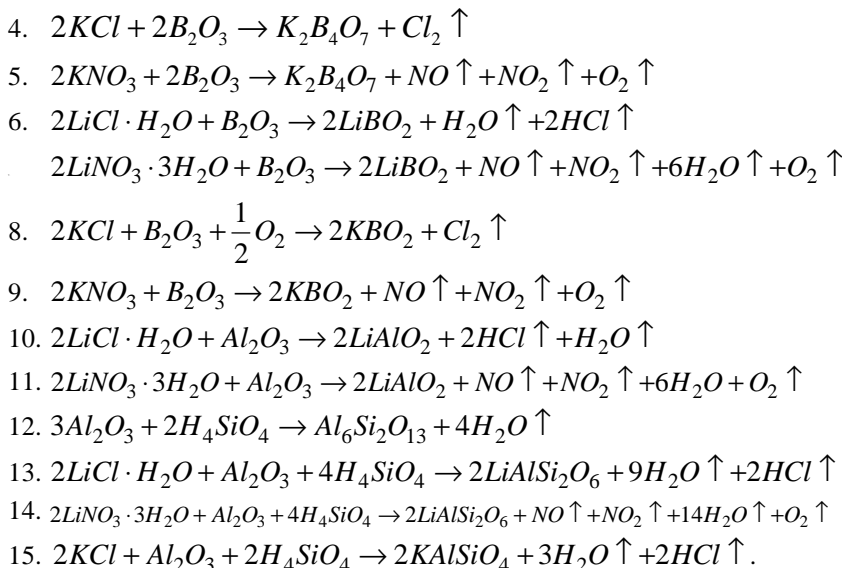


Таблица 1 – Термодинамические свойства веществ

Химическая формула	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)	$C_p = a + bT + cT^{-1}$, Дж/(моль·К)			Примітка
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
LiCl	408,36	384,11	59,29	46,02	6,17	-	
LiNO ₃	483,21	380,41	87,86	89,12	-	-	
LiNO ₃ ·3H ₂ O	1372,06	1092,06	209,2	202,09	-	-	
KCl	436,56	408,64	82,55	41,36	21,76	3,22	
KNO ₃	494,55	394,63	132,88	95,06	-	-	
H ₄ SiO ₄	1481,14	1333,86	200,18	215,06	-	-	
B ₂ O ₃	1272,90	1193,80	53,98	9,54	176,15	-	
Al ₂ O ₃	1675,69	1582,39	50,92	114,77	12,80	-35,44	
O ₂	0	0	205,12	46,99	8,03	-9,04	
NO	-88,1	-86,57	210,58	29,41	3,85	-0,59	
NO ₂	-33,47	-51,55	240,16	42,13	9,54	-6,95	
3Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂	6826,98	6443,28	254,39	484,93	46,86	-154,81	
LiAlO ₂	1189,72	1126,96	53,14	237,14	26,23	-14,64	
LiAlSi ₂ O ₆	3022,94	2857,25	153,97	215,16	3,22	-314,96	
KAlSiO ₄	2120,53	2004,59	133,05	90,77	97,85	-	
Cl ₂	0	0	222,9	39,94	-	-	
H ₂ O	241,82	228,59	188,72	30,54	110,29	-	
K ₂ B ₄ O ₇	3340,92	3143,52	208,36	384,26	63,72	-206,98	
Li ₂ B ₄ O ₇	3376,91	3185,67	157,53	465,28	1,34	-12,55	
KBO ₂	981,98	923,09	80,0	116,11	243,17	-24,98	

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
LiBO ₂	1022,15	965,88	51,25	87,95	12,05	-26,90	
HCl	92,30	95,29	186	26,23	-5,19	-1,26	
LiCl·H ₂ O	711,7	631,07	92,05	87,45	-	-	
LiCl·3H ₂ O	1371,08	1097,04	209,2	202,09	-	-	
Li ₂ B ₈ O ₁₃	5948,8	5594,97	251,04	316,69	122,38	-156,11	

Таблица 2 – Коэффициенты уравнений высокотемпературной зависимости энергии Гиббса

№ реакции	Исходное соединение	Конечное соединение	Коэффициенты уравнения температурной зависимости энергии Гиббса, $\Delta G = \Delta H^0 - \Delta aT \ln(T) - \frac{1}{2} \Delta b \cdot T^2 - \frac{1}{2} \Delta c \cdot T^{-1} + Y \cdot T$, кДж/моль					Вірогідна температура початку реакцій, К
			ΔH^0	Δa	$\frac{1}{2} \Delta b \cdot 10^3$	$\frac{1}{2} \Delta c \cdot 10^{-5} \text{ A}$	Y	
1	LiCl · H ₂ O	Li ₂ B ₈ O ₁₃	-24204	-186,63	153,59	76,795	944,4	200
2	LiNO ₃ · 3H ₂ O	Li ₂ B ₈ O ₁₃	364382	-176,12	-50,38	86,345	118,96	420
3	LiNO ₃	Li ₂ B ₈ O ₁₃	54253	-218,82	280,4	86,345	997,34	400
4	KCl	K ₂ B ₄ O ₇	68418	-322,4	166,31	106,71	1881,91	610
5	KNO ₃	K ₂ B ₄ O ₇	187229	74,46	-26,07	-27,53	-19,16	600
6	LiCl · H ₂ O	LiBO ₂	225580	-74,46	-26,07	27,53	-19,16	680
7	LiNO ₃ · 3H ₂ O	LiBO ₂	478662	-59,95	-261,54	35,19	-306,73	470
8	KCl	KBO ₂	105253	-156,4	-131,075	27,64	1099,12	> 1000
9	KNO ₃	KBO ₂	337533	-151,09	-165,805	33,27	958,52	> 1000
10	LiCl · H ₂ O	LiAlO ₂	153306	-245,69	-130,12	-3,08	1375,27	550
11	LiNO ₃ · 3H ₂ O	LiAlO ₂	598812	-257,1	-361,41	5,21	493,42	450
12	H ₄ SiO ₄	Al ₆ Si ₂ O ₁₃	208986	167,34	-221,84	24,245	-1087,85	> 1000
13	LiCl · H ₂ O	LiAlSi ₂ O ₆	490019	392,027	-487,935	298,5	-3339,75	490
14	LiNO ₃ · 3H ₂ O	LiAlSi ₂ O ₆	888000	449,77	-779,56	314,96	-5004,02	400
15	KCl	KAlSiO ₄	554213	301,39	-229,935	-26,48	-2897,43	450

В результате протекания реакций (1-15) вероятными продуктами будут алюминаты (LiAlO₂, KAlO₂) и бораты (LiBO₂, KBO₂, Li₂B₈O₁₃, K₂B₈O₁₃) калия и лития, алюмосиликаты калия и лития (KAlSiO₄, LiAlSi₂O₆).

Установлено, что в случае использования в качестве исходных материалов нитратов, температура появления новообразований снижается по сравнению с хлоридами.

Появление новообразований (алюминатов, боратов и алюмосиликатов калия и лития) в поверхностном слое силикатного стекла обусловлено диффузионными процессами компонентов покрытия в стеклянную подложку и является причиной получения стекол со светорассеивающими свойствами.

Таким образом, в результате проведенной работы было установлено, что при взаимодействии покрытия с поверхностным слоем алюмосиликатного стекла могут образовываться алюминаты (LiAlO_2 , KAlO_2), бораты (LiBO_2 , KBO_2 , $\text{Li}_2\text{B}_8\text{O}_{13}$, $\text{K}_2\text{B}_8\text{O}_{13}$) и алюмосиликаты (KAlSiO_4 , $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) калия и лития, определена вероятностная температура начала протекания реакций.

1.Сытник Р.Д. Процессы, протекающие при термообработке литийсодержащих силикатных покрытий из пленкообразующих коллоидных растворов / Р.Д. Сытник, Н.Ф. Клещев, В.А. Доронина // Вопросы химии и химической технологии. – 2004. – №1. – С.73-75.

2.Хашковский С.В. Проблемы золь-гель синтеза композиционных стеклокерамических материалов / С.В. Хашковский, О.А. Шилова, Л.А. Кузнецова // Вопросы химии и химической технологии. – 2001. – №1. – С.68-73.

3.Ящишин Й.М. Технологія скла / Й.М. Ящишин. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2001. – Ч.1. – 188 с.

4.Сытник Р.Д. Термодинамическая оценка реакций, протекающих в пленкообразующих растворах при нагревании / Р.Д. Сытник, В.А. Доронина, Н.П. Левшин, Е.В. Доронин // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков, 2005. – Вып.52. – С.123-126.

5.Бабушкин В.И. Термодинамика силикатов / В.И. Бабушкин, О.П. Мchedlov–Петросян, Г.М. Матвеев. – М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.

6.База данных. Термические Константы Веществ / Химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcom.html>.

7.Ландия Н.А. Расчет высокотемпературных теплоемкостей твердых неорганических веществ по стандартной энтропии / Н.А. Ландия. – Тбилиси: АН ГрузССР, 1962. – 223 с.

Получено 11.05.2012

УДК 699.82

Л.В.ГАПОНОВА, канд. техн. наук, А.В.ЛИСЕНКО

Харківська національна академія міського господарства

ПОРІВНЯННЯ ТЕРМІЧНИХ ОПОРІВ І ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ДО І ПІСЛЯ ЇЇ УТЕПЛЕННЯ

Проведено розрахунок розподілу температури по шарах для конструкції стіни до і після її утеплення та побудовані діаграми паропроникнення, на яких чітко спостерігається зміщення зони конденсації в останній шар огороження, що дозволяє на значний період зберегти основну конструкцію будинку.

Проведен расчет распределения температуры по слоям для конструкции стены до и